



SKRIPSI

PENERAPAN VISION TRANSFORMER (ViT) DALAM DIAGNOSIS PENYAKIT TUBERCULOSIS (TBC) BERDASARKAN CITRA X-RAY DADA

MUHAMMAD RIZKI MUHARRAM

NPM 21081010275

DOSEN PEMBIMBING

Henni Endah Wahanani, S.T., M.Kom.

Achmad Junaidi, S.Kom., M.Kom.

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN TINGGI, SAINS, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAWA TIMUR
FAKULTAS ILMU KOMPUTER
PROGRAM STUDI INFORMATIKA
SURABAYA
2025**

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PENGESAHAN

PENERAPAN VISION TRANSFORMER (ViT) DALAM DIAGNOSIS PENYAKIT TUBERCULOSIS (TBC) BERDASARKAN CITRA X-RAY DADA

Oleh :
MUHAMMAD RIZKI MUHARRAM
NPM. 21081010275

Telah dipertahankan dihadapan dan diterima oleh Tim Penguji Skripsi Prodi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur Pada tanggal 24 November 2025

Menyetujui

Henni Endah Wahanani, S.T., M.Kom.
NIP. 19780922 202121 2 005



(Pembimbing I)

Achmad Junaidi, S.Kom, M.Kom.
NIP. 19781110 202521 1 048



(Pembimbing II)

Dr. Faisal Muttaqin, S.Kom, M.T
NIP. 19851231 202121 1 009



(ketua Penguji)

**Muhammad Muharrom Al Haromainy, S.Kom.,
M.Kom.**
NIP. 19950601 202203 1 006



(Anggota Penguji II)

Mengetahui,
Dekan Fakultas Ilmu Komputer



Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT
NIP. 19681126 199403 2 001

Halaman ini sengaja dikosongkan

LEMBAR PERSETUJUAN

**PENERAPAN VISION TRANSFORMER (ViT) DALAM DIAGNOSIS
PENYAKIT TUBERCULOSIS (TBC) BERDASARKAN CITRA X-RAY DADA**

Oleh :

MUHAMMAD RIZKI MUHARRAM

NPM. 21081010275



Menyetujui

Koordinator Program Studi Informatika

Fakultas Ilmu Komputer,

Fetty Tri Anggraeny, S.Kom., M.Kom.

NIP. 19820211 2021212 005

Halaman ini sengaja dikosongkan

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIASI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama Mahasiswa	: Muhammad Rizki Muharram
NPM	: 21081010275
Program	: S1
Program Studi	: Informatika
Fakultas	: Ilmu Komputer

Menyatakan bahwa dalam dokumen ilmiah Skripsi ini tidak terdapat bagian dari karya ilmiah lain yang telah diajukan untuk memperoleh gelar akademik di suatu Lembaga Pendidikan Tinggi, dan juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang/lembaga lain, kecuali yang secara tertulis disitasi dalam dokumen ini dan disebutkan secara lengkap dalam daftar pustaka.

Dan saya menyatakan bahwa dokumen ilmiah ini bebas dari unsur-unsur plagiasi. Apabila dikemudian hari ditemukan indikasi plagiat pada Skripsi ini, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya tanpa ada paksaan dari siapapun juga dan untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 6 Desember 2025
Ya



Munarrmad Rizki Munarram
NPM. 21081010275

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRAK

Nama Mahasiswa / NPM : Muhammad Rizki Muharram / 21081010275
Judul Skripsi : Penerapan Vision Transformer (ViT) dalam Diagnosis Penyakit Tuberculosis (TBC) Berdasarkan Citra X-ray Dada
Dosen Pembimbing : 1. Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.
2. Achmad Junaidi, S.Kom. M.Kom.

Tuberkulosis (TBC) merupakan penyakit menular yang masih menjadi tantangan besar di Indonesia, sehingga dibutuhkan metode diagnosis yang cepat, akurat, dan konsisten untuk membantu proses skrining medis. Pemeriksaan X-ray dada (CXR) sering digunakan dalam identifikasi awal TBC, namun interpretasinya dapat bervariasi antar radiolog dan sering dipengaruhi oleh tingkat pengalaman klinis. Penelitian ini menerapkan Vision Transformer (ViT) sebagai model deep learning untuk melakukan klasifikasi citra X-ray guna mendeteksi TBC secara otomatis. Dataset yang digunakan adalah *Dataset of Tuberculosis Chest X-rays Images* dari Mendeley Data dengan total 3.008 citra, yang terdiri dari 2.494 citra TBC dan 514 citra normal.

Tahapan preprocessing meliputi proses denoising, perubahan ukuran citra menjadi 224×224 piksel, konversi grayscale ke RGB, normalisasi Min-Max, serta augmentasi data *on-the-fly*. Selanjutnya dilakukan *hyperparameter tuning* menggunakan Grid Search untuk memperoleh konfigurasi ViT terbaik berdasarkan kombinasi batch size, learning rate, dan dropout rate. Evaluasi performa dilakukan menggunakan akurasi, presisi, recall, F1-score, serta visualisasi confusion matrix dan kurva ROC.

Berdasarkan hasil pengujian, model ViT dengan kombinasi parameter terbaik (batch size 32, learning rate 1e-4, dan dropout 0.1) mencapai performa yang sangat tinggi, yaitu akurasi 0.9966, presisi 0.9903, recall 0.9980, dan F1-score 0.9941. Nilai evaluasi ini menunjukkan bahwa Vision Transformer mampu mengenali pola patologi pada citra X-ray secara efektif dan stabil. Dengan demikian, ViT berpotensi menjadi metode pendukung diagnosis berbasis citra medis yang dapat meningkatkan kecepatan, konsistensi, dan akurasi deteksi Tuberkulosis, terutama pada fasilitas kesehatan dengan keterbatasan tenaga radiologi.

Kata kunci : Vision Transformer, Tuberculosis, Citra X-ray Dada, Deep Learning, Klasifikasi Citra, Self-Attention

Halaman ini sengaja dikosongkan

ABSTRACT

Student Name / NPM : Muhammad Rizki Muharram / 21081010275
Thesis Title : Implementation of the Vision Transformer (ViT) for
Diagnosing Tuberculosis (TB) Using Chest X-ray
Images
Advisor : 1. Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom.
2. Achmad Junaidi, S.Kom. M.Kom.

Tuberculosis (TB) remains one of the most prevalent infectious diseases in Indonesia, requiring rapid, accurate, and consistent diagnostic methods to support early detection. Chest X-ray (CXR) imaging is widely used for initial TB screening; however, its interpretation is often subjective and highly dependent on the radiologist's experience. This study implements the Vision Transformer (ViT) architecture to automatically classify chest X-ray images for TB detection. The dataset used in this research is the *Dataset of Tuberculosis Chest X-rays Images* from Mendeley Data, consisting of 3,008 images, including 2,494 TB cases and 514 normal cases.

The preprocessing pipeline includes denoising, resizing images to 224×224 pixels, converting grayscale images to RGB, Min-Max normalization, and applying on-the-fly data augmentation. Hyperparameter tuning is performed using Grid Search to determine the optimal combination of batch size, learning rate, and dropout rate for the ViT model. Model performance is evaluated using accuracy, precision, recall, F1-score, along with visualizations such as the confusion matrix and ROC curve.

The experimental results indicate that the best-performing ViT configuration—using a batch size of 32, learning rate of 1e-4, and dropout rate of 0.1—achieves exceptionally high performance, with an accuracy of 0.9966, precision of 0.9903, recall of 0.9980, and an F1-score of 0.9941. These findings demonstrate that the Vision Transformer effectively identifies pathological patterns in chest X-ray images and exhibits strong and stable classification capability. Therefore, ViT shows significant potential as a decision-support tool for medical image diagnosis, particularly in improving the efficiency, consistency, and accuracy of TB screening.

Keywords: Vision Transformer, Tuberculosis, Chest X-ray, Deep Learning, Image Classification, Self-Attention

Halaman ini sengaja dikosongkan

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat, hidayah dan karunia-Nya kepada penulis sehingga skripsi dengan judul **“Penerapan Vision Transformer (ViT) dalam Diagnosis Penyakit Tuberculosis (TBC) Berdasarkan Citra X-Ray Dada”** dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan studi di Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis mendapat banyak bantuan, dukungan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan penuh rasa hormat dan terima kasih, penulis mengucapkan terima kasih sebesar – besarnya kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, yang senantiasa memberikan dukungan, doa, serta kasih sayang tanpa batas. Tanpa doa dan restu dari mereka, proses penyusunan skripsi ini tidak akan dapat berjalan dengan baik.
2. Ibu Prof. Dr. Ir. Novirina Hendrasarie, MT., selaku Dekan Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
3. Ibu Fetty Tri Anggraeny, S.Kom. M.Kom., selaku Ketua Program Studi Informatika Fakultas Ilmu Komputer Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur.
4. Ibu Henni Endah Wahanani, ST. M.Kom, selaku dosen pembimbing pertama, yang telah dengan sabar memberikan arahan, saran, dan dukungan selama proses penyusunan skripsi ini.
5. Bapak Achmad Junaidi, S.Kom. M.Kom, selaku dosen pembimbing kedua, atas segala arahan, masukan yang konstruktif, dan bimbingan akademik yang sangat berarti selama proses penelitian ini.
6. Bapak Dr. Faisal Muttaqin, S.Kom, M.T, selaku dosen penguji pertama, atas segala kritik dan saran yang membangun selama proses seminar hasil skripsi penelitian ini.
7. Bapak Muhammad Muharrom Al Haromainy, S.Kom., M.Kom, selaku dosen penguji kedua, atas segala arahan, masukan, serta kritik yang membangun selama proses seminar hasil skripsi penelitian ini.
8. Seluruh dosen Program Studi Informatika, Fakultas Ilmu Komputer UPN “Veteran” Jawa Timur, yang telah memberikan ilmu dan wawasan selama masa perkuliahan.
9. Teman-teman dari SMA yang selalu menemani proses penulis dalam mengerjakan skripsi, baik dalam kondisi susah maupun senang.

10. Teman-teman dari Kost Beracun yang menjadi motivasi penulis untuk secepatnya menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman-teman dari Warkop Mamino yang selalu menemani penulis dalam melewati setiap rangkaian kegiatan proses ujian skripsi.
12. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu, tetapi telah berkontribusi dalam mendukung dan membantu kelancaran penelitian ini.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penyusunan skripsi ini terdapat berbagai kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif dari semua pihak sangat diharapkan untuk meningkatkan kualitas skripsi ini. Dengan segala keterbatasan yang ada, penulis berharap laporan ini dapat memberikan manfaat baik bagi semua pihak secara umum maupun bagi penulis itu sendiri secara khusus.

Surabaya, 7 Desember 2025

Penulis

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	4
1.5. Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Penelitian Terdahulu	7
2.2 Landasan Teori	12
2.2.1 Tuberkulosis (TBC)	12
2.2.2 Citra X-ray	15
2.2.3 Computer Vision dalam Dunia Medis	15
2.2.4 Klasifikasi	15
2.2.5 Deep Learning	16
2.2.6 Transformer	16
2.2.7 Vision Transformer (ViT).....	17
2.2.8 Min-Max Scaller	19
2.2.9 Gaussian Error Linear Unit (GELU)	20
2.2.10 Sigmoid Activation	21
2.2.11 AdamW Optimizer.....	21

2.2.12	Stochastic Gradient Descent (SGD)	22
2.2.13	Grid Search.....	23
2.2.14	Confusion Matrix	23
BAB III DESAIN DAN IMPLEMENTASI SISTEM		25
3.1	Tahapan Penelitian	25
3.2	Pengumpulan Dataset	26
3.3	Data Preprocessing	29
3.4	Hyperparameter Tuning	39
3.5	Implementasi Metode	39
3.6	Evaluasi	42
3.7	Skenario Pengujian.....	43
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		45
4.1	Spesifikasi Software.....	45
4.2	Pengumpulan Dataset	45
4.3.1	Struktur Organisasi Dataset.....	46
4.3.2	Pemuatan Dataset.....	47
4.3.3	Visualisasi Distribusi Dataset.....	48
4.4	Praproses Citra	50
4.4.1	Denoising.....	50
4.4.2	Resize Citra	51
4.4.3	Konversi Format Grayscale ke RGB.....	52
4.4.4	Normalisasi Citra	54
4.4.5	Augmentasi Citra	55
4.4.6	Pembagian Dataset.....	56
4.5	Arsitektur Model	58
4.6	Pelatihan Model	60

4.7	Skenario Pengujian.....	61
4.8	Konfigurasi Model	63
4.9	Evaluasi Model.....	64
4.10	Testing Model.....	70
BAB V PENUTUP		73
5.1	Kesimpulan.....	73
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA.....		75
LAMPIRAN		77

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Gambar Paru-Paru Normal	14
Gambar 2. 2 Gambar Paru-Paru TBC	14
Gambar 2. 3 Arsitektur Transformers	17
Gambar 3. 1 Alur Tahapan Penelitian	25
Gambar 3. 2 Gambar Paru-Paru Normal	27
Gambar 3. 3 Paru-Paru Tuberculosis	28
Gambar 3. 4 Alur Data Preprocessing.....	29
Gambar 3. 5 Sampel Hasil Denoising	30
Gambar 3. 6 Sampel Data TBC.....	31
Gambar 3. 7 Sampel Data Setelah Resize	32
Gambar 3. 8 Sampel Data Augmentasi	37
Gambar 3. 9 Alur Implementasi Metode.....	39
Gambar 3. 10 Sampel Patch Partition	40
Gambar 3. 11 Alur Evaluasi.....	42
Gambar 3. 11 Alur Evaluasi.....	42
Gambar 4. 1 Sampel Data	48
Gambar 4. 2 Visualisasi Distribusi Dataset.....	49
Gambar 4. 3 Hasil Denoising	51
Gambar 4. 4 Hasil Resize.....	52
Gambar 4. 5 Hasil Konversi Format	53
Gambar 4. 6 Hasil Normalisasi	54
Gambar 4. 7 Hasil Augmentasi	56
Gambar 4. 8 Visualisasi Distribusi Dataset.....	57
Gambar 4. 9 Hasil Metri Kombinasi Teroptimal	65
Gambar 4. 10 Hasil Metri Kombinasi Tidak Optimal.....	65
Gambar 4. 11 Confussion Matrix Kombinasi Teroptimal	66
Gambar 4. 12 Confussion Matrix Kombinasi Tidak Optimal.....	66
Gambar 4. 13 Kurva Accuracy dan Loss Kombinasi Teroptimal	68
Gambar 4. 14 Kurva ROC Kombinasi Teroptimal	69
Gambar 4. 15 Hasil Blind Testing.....	71

Halaman ini sengaja dikosongka

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Tabel Confussion Matrix.....	23
Tabel 3. 1 Jumlah dataset	26
Tabel 3. 2 Citra grayscale 3x3.....	33
Tabel 3. 3 Red Chanell.....	33
Tabel 3. 4 Green Chanell.....	33
Tabel 3. 5 Blue Chanell.....	34
Tabel 3. 6 Tabel konversi nilai piksel	35
Tabel 3. 7 Parameter augmentasi data.....	36
Tabel 3. 8 Pembagian dataset 80, 10, 10.....	38
Tabel 3. 9 Pembagian dataset 70,15,15.....	38
Tabel 3. 10 Skenario Pengujian.....	43
Tabel 4. 1 Tabel Hasil Grid Search.....	62
Tabel 4. 2 Parameter Terbaik	64

Halaman ini sengaja dikosongkan